

2014 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一. 选择题 (每小题 4 分, 共 40 分)

1. 质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为(v 表示任一时刻质点的速率)

- (A) $\frac{dv}{dt}$ (B) $\frac{v^2}{R}$
(C) $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$ (D) $\sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$

2. 已知水星的半径是地球半径的 0.4 倍, 质量为地球的 0.04 倍。已知在地球表面的重力加速度为 g , 则水星表面上的重力加速度为

- (A) $0.1 g$ (B) $0.25 g$
(C) $2.5 g$ (D) $4 g$

3. 一个质量忽略不计的定滑轮可绕水平光滑轴自由转动。一根细绳跨过定滑轮, 一端挂一质量为 M 的物体, 另一端被人用双手拉着, 人的质量为 $M/2$ 。若人相对于绳以加速度 a_0 向上爬, 则人相对于地面的加速度 (以竖直向上为正方向) 是

- (A) $(2a_0 + g)/3$ (B) $-(3g - a_0)$
(C) $-(2a_0 + g)/3$ (D) a_0

4. 若用 N 表示总分子个数, $f(v)$ 表示麦克斯韦速率分布函数, 下面表达式中, 哪一个表示分布在速率区间 $v_1 \sim v_2$ 内的分子个数

- (A) $\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$ (B) $\int_{v_1}^{v_2} N f(v) dv$

(C) $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$ (D) $\int_{v_1}^{v_2} N v f(v) dv$

5. 两盒同样的理想气体, 初始状态相同。一盒经准静态绝热过程压缩后压强为原来的两倍; 另一盒经准静态绝热过程压缩后体积为原来的二分之一, 则应有

- (A) 第一个过程外界对系统做的功多
(B) 第二个过程外界对系统做的功多
(C) 两个过程外界对系统做的功相同
(D) 无法判断两种过程外界对系统做的功谁多谁少

6. 如图 1 所示, 接地导体球半径为 R , 距球心 $2R$ 处有一点电荷 $-q$, 则导体球面的感应电荷电量为

- (A) 0 (B) $-q$
(C) $q/2$ (D) $-q/2$

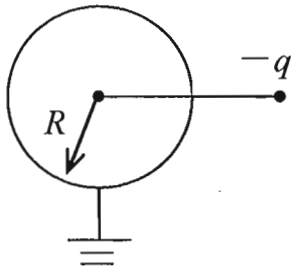


图 1

7. 一根均匀带电的橡胶棒, 半径为 R , 长度可视为无限长, 带电体密度为 ρ 。当棒沿其长度方向以匀速度 v 运动时, 棒中离轴距离 r ($r < R$) 处的磁感应强度大小为 (此橡胶材料的相对磁导率为 μ_r)

- (A) $B = 0$ (B) $B = \frac{1}{2r} \mu_0 \mu_r \rho v R^2$
(C) $B = \frac{1}{2} \mu_0 \mu_r \rho r$ (D) $B = \frac{1}{2} \mu_0 \mu_r \rho v r$

8. 弹性系数为 k 的轻弹簧被分成相同的两部分, 将此两部分并联后与质量为 m 的小球组成弹簧振子, 此弹簧振子的振动周期为

- (A) $T = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (B) $T = 4\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

(C) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

(D) $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$

9. 一束平行单色光垂直入射到光栅上, 当光栅常数($a + b$)为下列哪种情况时(a 代表每条透光狭缝的宽度), $k=3, 6, 9$ 等级次的主极大均不可能出现?

(A) $a + b = 2a$

(B) $a + b = 3a$

(C) $a + b = 4a$

(D) $a + b = 6a$

10. 两根很长的平行直导线, 其间距离为 a , 与电源组成闭合回路, 如图 2。已知导线上的电流为 I , 在保持 I 不变的情况下, 若将导线间的距离增大, 则空间的

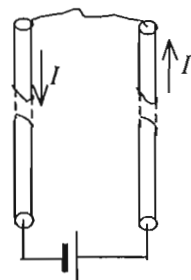


图 2

(A) 总磁能将增大

(B) 总磁能将减少

(C) 总磁能将保持不变

(D) 总磁能的变化不能确定

二. 填空题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 一质量为 m 的质点沿 x 轴正向运动, 假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度的大小为 kx (k 为正值常量), 则此时作用于该质点上的力的大小 $F =$ _____。

2. 一个金属球从高度 $h_1 = 1 \text{ m}$ 处落到一块放在地上的钢板上, 向上弹跳到高度 $h_2 = 81 \text{ cm}$ 处, 这个小球与钢板碰撞的恢复系数 $e =$ _____。

3. 如图 3 所示, 初始时某转台绕中心竖直轴以角速度 ω_0 作匀速转动, 轴对转台没有力矩, 转台对该轴的转动惯量 $J = 5 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。现有转台表面上方的一个漏斗里的砂粒以 1 g/s 的速度落到转台, 并粘在台上形成一半径 $r = 0.1 \text{ m}$ 的圆。从第一颗砂粒落到转台开始计时, 当转台角速度变为 $\frac{1}{2}\omega_0$ 时, 所花的时间 $t =$ _____。

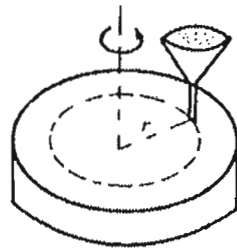


图 3

4. 用绝热材料制成的一个刚性容器，体积为 $2V_0$ ，被厚度可略的绝热板隔成 A、B 两部分。A 内储有 1 mol 单原子分子理想气体，B 内储有 2 mol 刚性双原子分子理想气体，A、B 两部分压强相等均为 p_0 ，两部分体积均为 V_0 ，现抽去绝热板，两种气体混合后达到平衡时的温度 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

5. 某金属产生光电效应的红限频率为 ν_0 ，当用频率为 $\nu (\nu > \nu_0)$ 的单色光照射该金属时，从金属中逸出的光电子(质量为 m)的德布罗意波长的最小值 $\lambda_{\min} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. 各为 1mol 的氢气和氦气，从同一初状态(P_0, V_0)开始膨胀。若氢气经等压膨胀后体积变为 $2V_0$ ，氦气经等温膨胀后压强变为 $P_0/2$ ，那么它们熵变之比 $\Delta S_{H_2} : \Delta S_{He} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. 如图 4 所示，在空气中传播的三列频率相同、振动方向相同(垂直纸面)的简谐波，在传播过程中在 O 点相遇；若三列简谐波各自单独在 S_1 、 S_2 和 S_3 的振动方程分别为 $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ ， $y_2 = A \cos \omega t$ 和 $y_3 = 2A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ ；且 $\overline{S_2 O} = 4\lambda$ ， $\overline{S_1 O} = \overline{S_3 O} = 5\lambda$ (λ 为波长)，则 O 点的合振动

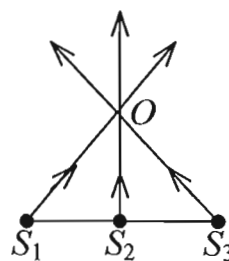


图 4

方程(设传播过程中各波振幅不变)为 $y = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. 一只蝙蝠以 $v = 5\text{m/s}$ 的速度垂直飞向墙壁，且向墙壁发出频率为 $\nu = 4.5 \times 10^4 \text{Hz}$ 的超声波，设声速为 335m/s ，则蝙蝠听到的两超声波形成的拍的拍频 $\nu_{\text{拍}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{Hz}$ 。

9. 折射率 $n = 1.50$ 的玻璃置于空气中，在其上镀有 $n' = 1.35$ 的透明介质薄

膜。入射光波垂直于介质膜表面照射，观察反射光的干涉，发现 $\lambda_1=600\text{ nm}$ 的光波干涉相消， $\lambda_2=700\text{ nm}$ 的光波干涉相长，且在 600 nm 到 700 nm 之间没有别的波长是最大限度相消或相长的情形。则所镀介质膜的厚度

$e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ 。

10. 在某广播电台附近的空气中，电场强度的最大值为 E_M ，则该处磁感应强度的最大值 $B_M = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(已知空气介电常数 ϵ_0 及磁导率 μ_0)

三. 计算题 (每小题 15 分, 共 60 分)

1. 一固定气缸内盛有一定量的刚性双原子分子理想气体，气缸活塞的面积 $S=0.05\text{ m}^2$ ，活塞与气缸壁之间不漏气，摩擦忽略不计。活塞右侧通大气，大气压强 $p_0=1.0\times 10^5\text{ Pa}$ 。劲度系数 $k=5\times 10^4\text{ N/m}$ 的一根弹簧

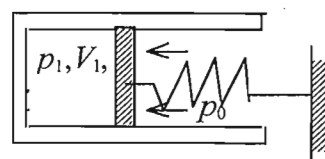


图 5

的两端分别固定于活塞和一固定板上(如图 5)。开始时气缸内气体处于压强、体积分别为 $p_1=p_0=1.0\times 10^5\text{ Pa}$ ， $V_1=0.015\text{ m}^3$ 的初态。今缓慢加热气缸，缸内气体缓慢地膨胀到 $V_2=0.02\text{ m}^3$ 。求：在此过程中气体从外界吸收的热量。

2. 一圆柱形电容器，外柱面的直径为 d ，内柱的直径可以连续调节，若内外柱间充满介电常数为 ϵ 的各向同性均匀电介质，该介质的击穿电场强度的大小为 E_0 ，试求该电容器可能承受的最高电压。(自然对数的底为 e)

3. 如图 6 所示，在 xOy 平面(即纸面)内有一载流线圈 $abcd$ ，其中 bc 弧和 da 弧皆为以 O 为圆心、半径为 R 的 $1/4$ 圆弧， \overline{ab} 和 \overline{cd} 皆为直线，线圈中载有电流 I ，电流沿 $abcd$ 的方向绕行。设线圈处于磁感应强度为 B 、方向与 $a\rightarrow b$ 的方向相一致的均匀磁场中，求：

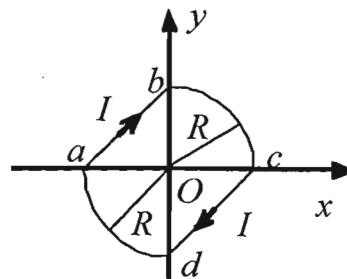


图 6

(1) 线圈上圆弧段 bc 弧和 da 弧所受的安培力 \vec{F}_{bc} 和 \vec{F}_{da} 的大小和方向;

(2) 线圈所受力矩大小。

4. 图 7(a)为一块标准光学平板玻璃与一个加工过的平面（水平放置）一端接触，构成楔角为 θ 的空气劈尖。用波长为 λ 的单色光垂直照射，看到如图 7(b)所示的反射光干涉条纹（纵向实线为暗条纹）。若某条干涉暗条纹弯曲部分的最右面一点为 A ，求：

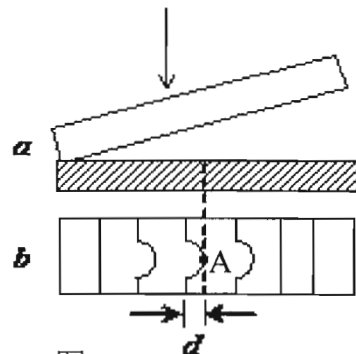


图 7

(1) A 点处的空气薄膜厚度 e 为多少;

(2) 加工平面在 A 点处的不平整是源于该处有凹槽还是凸起？请说明理由。

(3) 若 A 点到干涉条纹直线部分延长线的距离为 d ，如图 7(b)，则此处相对加工面的理想平面凹槽（或凸起）的高度 h 为多少？